

DERWENT-ACC-NO: 1988-088910

DERWENT-WEEK: 199718

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Weld quality test appts. - has visual sensor having ITV  
camera display image of weld beads exposed to slit light  
beam NoAbstract Dwg 0/7

PATENT-ASSIGNEE: TOYOTA JIDOSHA KK[TOYT]

PRIORITY-DATA: 1986JP-0183388 (August 6, 1986)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 63040692 A	February 22, 1988	N/A	003	N/A
JP 2515103 B2	July 10, 1996	N/A	006	B23K 026/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 63040692A	N/A	1986JP-0183388	August 6, 1986
JP 2515103B2	N/A	1986JP-0183388	August 6, 1986
JP 2515103B2	Previous Publ.	JP 63040692	N/A

INT-CL (IPC): B23K026/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 02515103B

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

A quality inspection method for laser butt welding is disclosed. Two workpieces (1) are laser welded together with the edge of one workpiece being longer than the welding full length and the edge of the other workpiece being equal to the welding full length. The direction of the liquid tangent is at right angles to the weld surface and slit beam light (9) is irradiated from the slanting upper part and a picture of the non-illuminated part of the vertical upper part of the weld bead (3) is taken with an industrial television (ITV) camera (13). A process is then carried out which obtains the length of edge which has not yet been welded in the direction of the liquid tangent of the workpiece with the central position and then compares the edge of the weld bead which has been processed with the obtd. image longer than the full welding length and slippage is detected.

USE/ADVANTAGE - Quality control of laser butt welding procedures. There is no need for a special inspection process such as radiation inspection or one using an ultrasonic flaw tester. The weld bead centre position is compared and the existence of poor fusion can be estimated from slippage.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/7

TITLE-TERMS: WELD QUALITY TEST APPARATUS VISUAL SENSE ITV CAMERA DISPLAY

IMAGE

WELD BEAD EXPOSE SLIT LIGHT BEAM NOABSTRACT

ADDL-INDEXING-TERMS:

INDUSTRIAL TELEVISION

DERWENT-CLASS: M23 P55

CPI-CODES: M23-G;

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-40692

⑪ Int.Cl.<sup>4</sup>

B 23 K 26/00

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

F-7920-4E

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月22日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 レーザ突合せ溶接の品質検査装置

⑮ 特 願 昭61-183388

⑯ 出 願 昭61(1986)8月6日

⑰ 発 明 者 岩 井 孝 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

⑲ 代 理 人 弁理士 田 淵 経 雄 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザ突合せ溶接の品質検査装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) レーザ突合せ溶接による溶接ビード部に斜め上方からスリット状の光を溶接線方向と該スリット状の光の長手方向を直角にして照射する手段とその反射光を溶接ビードの垂直上方からI.T.Vカメラによって撮影する手段とからなる視覚センサと、該視覚センサによって得られた画像から求めたレーザビームの光軸中心位置と溶接位置とのズレを求め溶接の良否を判定する画像処理装置とを備えてなるレーザ突合せ溶接の品質検査装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レーザ突合せ溶接において、突合せ開先に対するレーザビームによって生じやすい融合不良を、スリット光と画像処理とを組み合わせた方法により、オンラインで自動検査することが可能なレーザ突合せ溶接の品質検査装置に関する。

〔従来の技術〕

溶接部の内部欠陥を検出する非破壊検査方法として、放射線透過試験、超音波探傷試験が一般的に用いられている。たとえば特開昭55-50998号公報は放射線透過試験による方法を開示している。また、特開昭56-53898号公報はファイバースコープを利用して放射線被曝のない位置から溶接部を監視する装置を示しているが、試験自体は放射線透過試験によっている。上記は一般の溶接部の試験についてのものであるが、レーザビームによるレーザ突合せ溶接においてはつぎのような特異な問題がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

レーザビームによる溶接は集中熱源による高速溶接を行なうことができるため、溶接部及び溶接熱影響部の幅の狭い良好な溶接継手を得ることができる。しかしその反面、幅が狭いが故に、すなわち集光されたレーザビームのスポット径が微小(約φ0.3mm)なために突合せ開先に対するレーザビームのズレの許容値が±0.2mmという高い

位置精度が要求される。これに対して実際の溶接において上記の精度を100%満足させることは、溶接機の機械精度、被溶接物である鋼板の精度及びレーザービームの光軸変動等の問題により困難である。その結果融合不良という溶接境界面が十分に溶け合わないために発生する欠陥がビームの位置ズレによって生じ、また特にレーザービームによる溶接の場合ビードの断面形状がワインカップのように中心がくびれるため溶接部外観から判別できない内部欠陥となる。そこでこの欠陥を検出する従来方法として、放射線透過試験と超音波探傷試験の2つの非破壊検査法がある。しかし前者の試験法は原理的にオンライン自動検査をすることが不可能であり、また後者の試験法は原理的には可能であり例もあるが、設備規模が非常に大きくなり、かつ水等の接触媒質を介して接触子を走査させねばならない等、制約条件が大きく、オンライン自動検査装置を構成することが困難である。

本発明は、放射線検査や超音波検査とは別の、オンラインへの組み込みが可能な方法によってレ

ーザ突合せ溶接の品質を検査する装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的を達成するための本発明に係るレーザー突合せ溶接の品質検査装置は、レーザー突合せ溶接による溶接ビード部に斜め上方からスリット状の光を溶接線方向と該スリット状の光の長手方向を直角にして照射する手段とその反射光を溶接ビードの垂直上方からI T Vカメラによって撮影する手段とからなる視覚センサと、該視覚センサによって得られた画像から求めたレーザービームの光軸中心位置と溶接位置とのズレを求め溶接の良否を判定する画像処理装置とを備えてなるレーザー突合せ溶接の品質検査装置から成る。

〔作用〕

上記装置においては、レーザー突合せ溶接による溶接ビード部に斜め上方からスリット光（スリット状の光）を溶接線方向とスリット光の長手方向を直角にして照射し、その反射光をビードの垂直上方からI T Vカメラによって撮影することによ

り、ビードの断面形状を表す画像が得られる。以上の部分を視覚センサと呼びスリット光は半導体レーザー、コリメートレンズ、シリンドリカルレンズによって作られ、カメラは小型C C Dカメラであり、これらは密閉されたケースに納められ、レーザー溶接機の加工ヘッド（溶接トーチ）に取付けられている。この視覚センサから得られた画像を、画像入力装置及び計算機で構成される専用画像処理装置によって高速処理することにより、溶接をしながら溶接ビードの中心位置すなわちレーザービームの光軸中心を求めることができる。一方突合せ溶接のワークの位置決め上、大抵の場合どちらか一方のワークは溶接全長より長く、もう一方が溶接全長と等しく前者のワークを位置決め基準ピンに押し当て、後者のワークをそのワークに押し当てて位置決めすることになる。よって溶接全長の両端またはどちらか一方の端部にワークのエッジが存在する。それを前述の視覚センサ及び専用画像処理装置により、溶接の開始前または終了後に撮影、処理することによりそのワークのエッジ

位置、すなわち溶接線（突合せ開先）の位置を求めることができる。これと前述の同様にして求めたレーザービームの光軸中心とを比較して溶接線に対するレーザービームのズレを求め、溶接の良否（融合不良の有無）を判定することができる。

〔実施例〕

以下に、本発明に係るレーザー突合せ溶接の品質検査装置の望ましい実施例を、図面を参照して説明する。

第1図に装置概略構成を示す。1および1'は突合せされた被溶接物、2は突合せ部、3は溶接ビード、4はビード断面を示す。5はレーザー溶接トーチで図示されないレーザー発振器から出力されるレーザービームをトーチ内にあるレンズにより突合せ部2に集光しレーザー溶接トーチ5または被溶接物1、1'を突合せ部2の方向に移動させ溶接を行なう。6は半導体レーザー、7はコリメートレンズ、8はシリンドリカルレンズで、半導体レーザー6から放射されたレーザービームをコリメートレンズ7により平行光線に変換し、シリンドリカル

レンズ8によってこの光を1軸方向のみ収束させスリット状の光9に変換する。半導体レーザー6、コリメータレンズ7、シリンダリカルレンズ8は溶接ビード3の斜め上方に配置され、かつ9のスリット光と3のビード方向を互に直交させている。10はスリット線(光切断線)で、スリット光9を被溶接物1、1'及び溶接ビード3に照射することによって生じるものである。11は50mm C C T Vカメラ用レンズ、12は接写リング、13はC C Dカメラでスリット線10の垂直上方に配置され、これによりスリット線10を撮影する。またC C T Vカメラ用レンズ11には溶接光などの外乱光の影響を廃除するため、半導体レーザー6の発生するレーザービームの波長帯の光のみを透過する干渉フィルタが取付けられている。前記6、7、8、11、12、13の各部材は図示されないケースに納められており、レーザー溶接トーチ5に固定されている。14はC C Dカメラ13からの映像信号を処理する画像処理装置で、15は画像処理装置14及び14Aのレーザードライバを制御する装置である。

折り曲げられ、さらに干渉フィルタ31を透過する。第1図の接写リング12に相当するものは、C C T V用レンズ27とC C Dカメラ32の間の空間によって換えられている。34は遮へいブラシで溶接中に生じるスパッタ及び溶接光を遮へいしている。35及び36はエアー吹出し口で、窓26、29が溶接中に生じる煙等によって汚れるのを防いでいる。またケース18内はドライエアーにより大気より高い圧力がかけられており、ケース18内部に煙、スパッタヒューム等の汚れを生じさせるものが侵入するのを防いでいる。なお、37は溶接トーチの中心軸で、これとレンズ光軸28の距離を可能な限り短くするため、すなわち、溶接ポイントと検査ポイントのオフセットを小さくし、検査のために余分にレーザー溶接トーチ17またはケース18が移動する距離を短くするため、レンズ光軸28はベンドミラー30によって折り曲げられている。

また本装置は、光切断線を溶接と同時に移動しながら撮影するため、その線が流れないように半導体レーザー19はC C Dカメラ32の撮影周期と同期し

第2図は実際に製作された装置を示す。第2図中16は被溶接物、17はレーザー溶接トーチ、18はセンサのケースである。19は半導体レーザーで、20は半導体レーザー19を駆動させる電子回路を納めたケースである。21はコリメータレンズで、半導体レーザー19、コリメータレンズ21はケース20に納められている。22はシリンダリカルレンズである。23、24はベンドミラーで、半導体レーザー19、コリメータレンズ21、シリンダリカルレンズ22によって作られたスリット光を折り返し、被溶接物16に照射するように配置されている。25はスリット光軸である。26はスリット光を透過させるガラス窓である。27はC C T V用50mmレンズで28はC C T V用レンズ27のレンズ光軸である。29は、窓ガラスで、30はベンドミラー、31は干渉フィルタ、32はC C Dカメラ、33はC C D素子である。スリット光軸25によって被溶接物16上に作られた光切断線は窓29を通過してC C T V用レンズ27によってC C Dカメラ32のC C D素子33上に撮像されるが、その途中レンズ光軸28はベンドミラー30によって90°

て、点灯時間の非常に短いパルス点灯するようになっている。

第3図に実際の検査中にC C Dカメラ13が撮影している画像を示す。図中の矢印は溶接方向を示す。38、39は被溶接物、40は突合せ部、41は溶接ビード、42、43はスリット光9による光切断線を示す。44、45は13が撮影している像の範囲で拡大図をそれぞれ、第4図、第5図に示す。47、48、50は被溶接物、46は溶接ビード部、49、52は光切断線、51は被溶接物のエッジを示す。

第6図に14の画像処理装置の処理フローを示す。画像入力工程53、細線化工程54は電子回路で構成された処理回路によりリアルタイムに処理され、その他は計算機のソフトウェアにより処理される。そのため汎用の画像処理装置に比較し、極めて高速処理となる。

第7図は溶接不良が生じる状況を示す。(a)、(b)は良好ビードを、(c)、(d)は溶接芯ズレによる不良ビードの断面形状を示す。55、56は集束されたレーザービームを示す。

つぎに上記装置の作用について説明する。

第2図に従って説明すると、レーザ溶接トーチ17から照射されるレーザビームにより溶接された直後の被溶接物16の上に斜め上方(約30°)よりスリット光25を照射し、それによって被溶接物16上に生じる光切断線(第1図の符号10)をCCTV用レンズ27を通してCCDカメラ32で撮影すると、第4図、第5図に示す画像が得られる。この画像を画像処理装置14で第6図のフローチャートに従って処理することにより、溶接芯ずれ量を測定し芯ズレによって生じる融合不良を検出する。そしてその検査結果を制御装置15に出力する。

上記第6図のフローチャートに従う画像処理においては、第6図の左コラムで、溶接ビードを求め、欠損データを補間して欠損のないデータを作り、データのスムージングを行ない、2階差分して、ビードエッジを検出し、その中央のビード中心位置を演算する。これがレーザビームの光軸中心となる。また第6図の中央コラムで、ワークエッジを求め、1階差分し、ワークエッジ位置を検

出する。これによってワークの溶接線位置が求まる。第6図の右コラムで溶接終了が判断されて溶接が終了していることが分るとワークエッジ位置を平均化し、それとビード中心位置とを比較して溶接線とレーザビームの光軸中心が一致して第7図(a)、(b)のような良好な溶接が行なわれたか、またはずれて第7図(c)、(d)のような不良の溶接が行なわれたかを判定する。

(発明の効果)

本発明のレーザ突合せ溶接の品質検査装置による場合は、放射線検査のように特別な検査工程を設ける必要性もなくかつ放射線被曝もなく、超音波探傷試験のように水等の接触媒質の必要性もないので、オンラインへの組み込みが可能である。また、検出ヘッド(視覚センサ)を小型にして溶接トーチに組み付けることができるため、検査工程を設けることなく、溶接と同時に検査することが可能となった。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のレーザ突合せ溶接の品質検査

装置の概略構成を示す斜視図、

第2図は本発明の検査装置を実際のレーザ溶接装置に組み付けたときの概略側面図、

第3図はCCDカメラが撮影している画像、

第4図、第5図は第3図の部分拡大図、

第6図は画像処理装置の処理フローチャート、

第7図(a)、(b)はそれぞれ良好ビードの生じる状況と生じた結果の断面図、

第7図(c)、(d)はそれぞれ不良ビードの生じる状況と生じた結果の断面図、である。

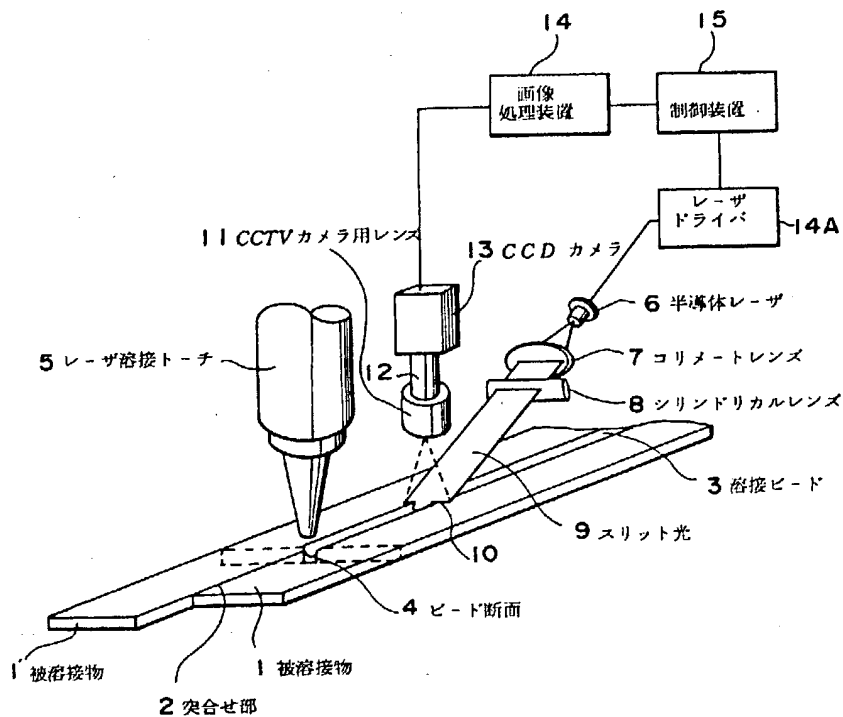
- 1、1'、16……被溶接物
- 2……突合せ部
- 3……溶接ビード
- 4……ビード断面
- 5、17……レーザ溶接トーチ
- 6……半導体レーザ
- 7、21……コリメートレンズ
- 8、22……シリンドリカルレンズ
- 9、25……スリット光

- 11……CCTVカメラ用レンズ13、
- 13、32……CCDカメラ
- 14……画像処理装置
- 15……制御装置

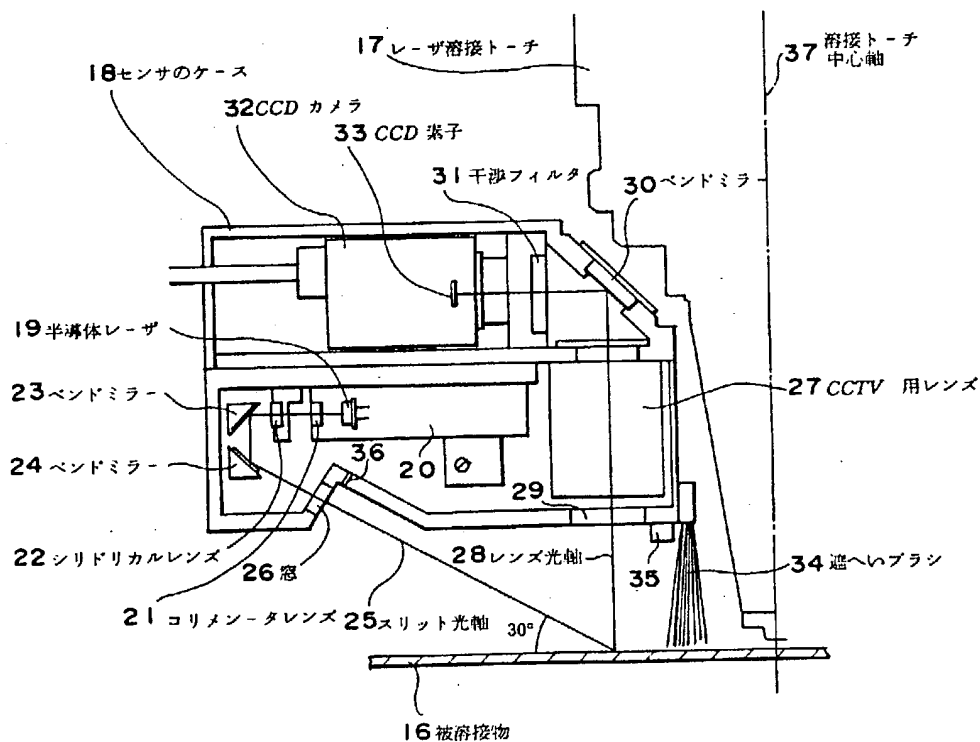
特 許 出 願 人 トヨタ自動車株式会社  
代 理 人 弁 理 士 田 淵 経 雄  
(他1名)



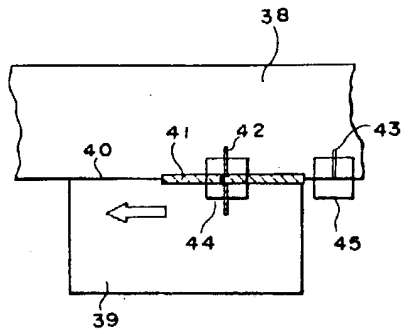
第 1 図



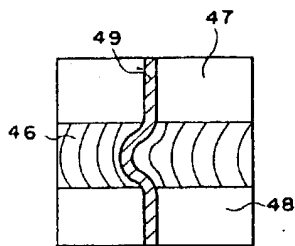
第 2 図



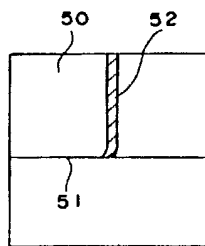
第 3 図



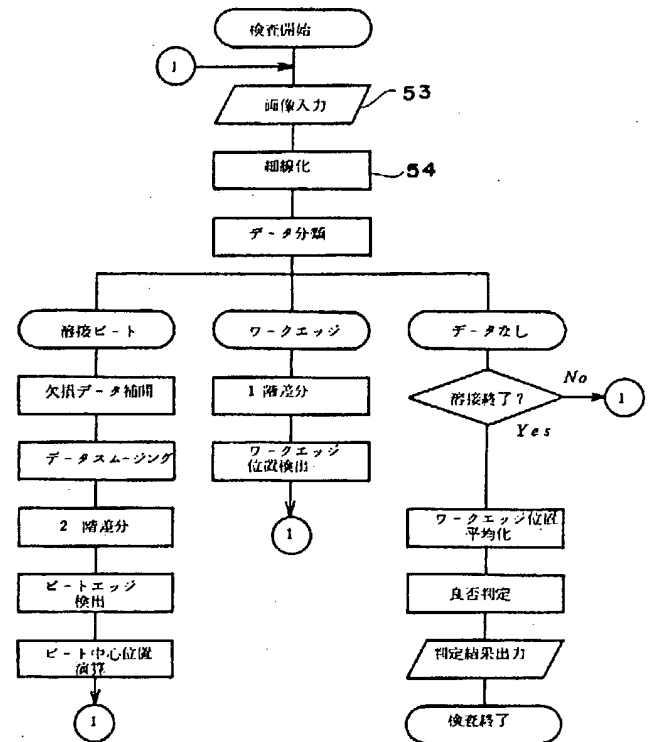
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

